Panduan singkat kromatografi tanah mandala

Pendahuluan

Tanah adalah senyawa yang sangat kompleks: mineral, air, udara, material organik dan tumpukan makhluk hidup yang bergabung untuk menciptakan sebuah sistem pengaturan diri yang dinamis. Banyak pendekatan beragam yang dapat digunakan untuk mengkaji sifat-sifat tanah. Karakter fisiknya seperti agregasi dan struktur pori, dapat menjelaskan tentang kemampuannya dalam menahan air dan masalah-masalah yang mungkin terjadi dalam pemadatannya; komposisi kimia menjelaskan tinggi rendahnya kandungan mineral-mineral tertentu dan keragaman biologis memungkinkan kita untuk memiliki dugaan-dugaan terkait dengan fungsi keseluruhan jejaring makanan pada tanah dan dengan demikian juga, kemampuan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman.

Kromatografi sirkular dari saripati tanah adalah sebuah metode analisa yang dikembangan pada pertengahan abad ke-20 dan masih digunakan oleh petani-petani "biodinamik" di seluruh penjuru dunia. Meskipun kesahihan saintifiknya masih diperdebatkan, prosedur kromatografi sirkular melalui sebuah protokol yang ketat dan menghasilkan hasil-hasil yang sangat mungkin direproduksi kembali. Sama halnya dengan pendekatan-pendekatan kualitatif lainnya, pengalaman personal adalah kunci untuk mendapatkan informasi-informasi yang bernilai dan dengan beberapa praktik, metode ini tidak menutup kemungkinan wawasan-wawasan yang melampaui analisa kimia dan fisika klasik. Karena kesederhanaan dan nilai estetik kroma, kromatografi tanah sirkular juga sangat cocok bagi pendidikan dan menjadi sebuah alat untuk menghubungkan petani, penggarap kebun dan publik luas dengan tanah, di tempat mereka menggantungkan hidup.

Bagaimana ia bekerja

Cairan mengalir melalui kertas saringan, didorong oleh gaya kapiler. Komponen-komponen tersendiri dari sampel-sampel yang tercampur ‘berpindah’ lebih cepat atau lebih lambat berdasarkan sifat-sifat kimiawi dan fisisnya. Cara pemisahan khusus ini disebut dengan kromatografi.

Di dalam kromatografi tanah mandala, saripati dihasilkan dengan menggunakan sodium hidroksida – sebuah senyawa yang secara luas digunakan untuk menyaring materi organik dari tanah dan sampel-sampel kompos. Senyawa ini bereaksi dengan aktif, melunturkan senyawa-senyawa yang kaku dan padat, molekul-molekul yang panjang dan kompleks, merubahnya menjadi kecil dan lebih mudah bepergian. Sebelum menuangkan saripati tanah, kertas-kertas saringan terlebih dahulu direndam dengan larutan perak nitrat yang sangat lemah (terdilusi), yang dikenal karena kepekaannya yang sangat ekstrim terhadap cahaya. Komponen-komponen tanah yang dipisahkan oleh kertas saringan menciptakan pola-pola khusus dan ketika mereka bereaksi terhadap perak nitrat, sebagian tanah tersebut juga membentuk karakter warna-warna tertentu.

Senyawa-senyawa yang serupa juga memiliki karakter pola dan warna yang sama, artinya sampel-sampel tanah dari pertanian industrial ‘konvensional’ mirip satu sama lain, tetapi sangat berbeda dengan tanah atau kompos organik yang subur. Di beberapa dekade terakhir, banyak usaha telah dilakukan untuk menghitung dan menkonkretkan temuan kromatografi tanah, dengan hasil yang menarik (lihat bab X dan bacaan lebih lanjut) tetapi kekuatan utamanya sesungguhnya terletak pada watak subyektifnya.

Peralatan

presisi tinggi tidak diperlukan jika Anda memiliki $AgNo_3$, sebagai larutan.

- timbangan (tingkat presisi setidaknya 0.1g)
- gelas ukur(min.100ml)
- cawan petri, tutup toples atau benda serupa
- pipet tetes (~2-10ml)
- sarung tangan karet
- gunting

Material (for 20 chromas)

- perak nitrat ($AgNO_3$) → 0,2 g
- sodium hidroksida (NaOH) → 10g
- air saringan → ~1.5 l
- 22 buah kertas saringan (diameter 15 cm)

dua diantaranya akan digunakan sebagai 'sumbu' (lihat langkah ke-3)

Rencana awal:
$AgNO_3$ dan kertas saringan yang tepat dapat memakan waktu pengiriman 1-2 minggu. Material lain biasanya tersedia di gerai-gerai kimia. Kertas saringan: kami memiliki pengalaman yang baik dengan tingkat penahanan air (retensi) 5-8 µm tetapi kertas lain pun dapat bekerja dengan baik

Alur kerja

Jika Anda melakukan kromatografi untuk pertama kalinya, kami merekomendasikan untuk memulainya hanya dengan beberapa sampel untuk merasakan proses dan berkonsentrasilah untuk mengadaptasikan alur kerja ini pada kondisi lokal Anda. Coba beberapa tanah yang sangat berbeda, untuk mendapatkan gambaran kecil atas keberagaman bentuk/warna dan bandingkan sampel yang sam dengan dua larutan yang berbeda. Gunakan waktu yang cukup untuk mengamati dan berlatih menggunakan material-material tersebut. Ketika Anda siap dengan pendekatan yang lebih sistematis, mulailah dengan merumuskan sebuah pertanyaan riset yang seksama: contoh, apakah terdapat perbedaan antara bagian tanah di kebun anda lapis dengan mulsa dan bagian tanah yang Anda biarkan terbuka?

Rekomendasi:

- Buatlah jadwal – kapan mengambil sampel, menyiapkan kertas saringan, dll.
- Carilah tempat di mana Anda dapat mengimprovisasikan sebuah kamar gelap (lihat langkah ke-3)
- Ambil setidaknya 2 sampel dari masing-masing patok tanah yang Anda ingin bandingkan
- Buat sebuah kroma "kosong" dengan larutan saripati murni (1%NaOH)
- Usahakan untuk melakukan persiapan yang akurat – perlakukan seluruh sampel dengan sama.

Langkah ke-1
Menyiapkan larutan

Larutan 0.5% $AgNO_3$ → kurangi jangkauan cahaya ketika menggunakan $AgNO_3$!!

Contoh, 0.5 $AgNO_3$ di dalam 100ml air yang terdistilasi

Anda akan membutuhkan 2 ml setiap kromanya, maka jumlah ini cukup untuk 50 kroma - Anda dapat menyimpan larutan tersebut di dalam sebuah botol kedap cahaya (gunakan aluminium foil untuk improvisasi)

Larutan 1% NaOH

e.g. 10g NaOH in 1 l of distilled water

Anda akan membutuhkan 50 ml setiap kromanya, maka jumlah ini cukup untuk 20 kroma - keadaan penyimpanan khusus tidak diperlukan

Langkah ke-2
Membuat saripati tanah

- cari sebongkah tanah (tanpa batu, akar, tanaman, dll)
- jika Anda ingin membandingkan lokasi, setidaknya ambillah 2 sampel dari masing-masing tempat
- taburkan tanah tersebut pada sebuah meja/karton/dll untuk mengeringkannya → tidak langsung di bawah matahari
- ayak 5 g tanah kering tersebut (~dengan lubang 1-2mm) → beberapa protokol menggunakan 10g, tetapi 5 g bagi kami bekerja lebih baik
- campur tanah dengan 50ml 1% NaOH
- gently shake or stir the solution several times during the next 2-3 hours → contoh, di awal, setelah 15 menit, setelah 1 jam, setelah 2 jam
- goyang atau aduk larutan beberapa kali hingga 2-3 jam ke depan



Jika sampel penuh dengan materi organik, ia akan membutuhkan waktu lama untuk mengendap

Proses sedimentasi idealnya terjadi di 'kamar gelap' Anda, maka Anda tidak perlu memindahkannya lagi ketika melakukan kromatografi

5

Langkah ke-3
Merendam kertas saringan dengan $AgNO_3$

❋ langkah ini harus dilakukan dengan sarung tangan dan dalam kegelapan yang cukup ◐

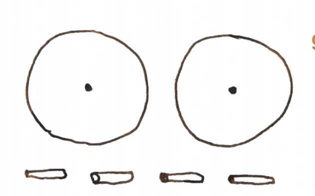
❋ $AgNO_3$ adalah noda yang kuat dan dapat menyebabkan iritasi

❋ Pastikan kertas saringan tetap bersih

Improvisasi ruang gelap

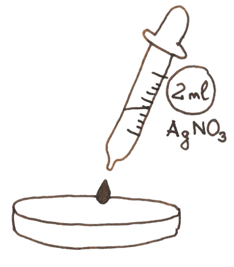
tutup gorden, gantung beberapa selimut, - semakin gelap semakin baik namun jangan panik akan hal tersebut. Anda juga dapat menunggu hingga matahari terbit dan menggunakan senter merah atau sumber cahaya dengan intensitas kecil lainnya.

Buat lubang pada bagian tengah tiap-tiap kertas saringan untuk mencari titik tengah, Anda dapat melipatnya, menandai titik pusat dengan sebuah garis pendek dan melipatnya kembali ke arah yang sebaliknya - lalu Anda dapat menumpuk kertas-kertas tersebut dan melubangi seluruh kertas dengan gunting atau sebilah pisau: perbesar lubang tersebut hingga 3-5 mm dengan hati-hati

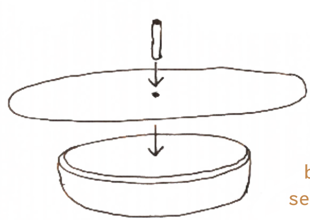


gandakan seluruh sumbu sebanyak jumlah kertas saringan yang Anda miliki (Anda akan membutuhkannya pada langkah ke-4)

potong salah satu kertas saringan menjadi kotak berukuran -2x2 cm dan gulung hingga membentuk silinder



teteskan 2 ml larutan $AgNO_3$ pada cawan petri/tutup toples

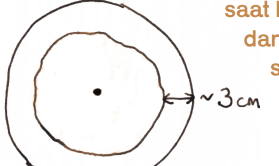


sematkan sebuah sumbu ke dalam lubang kertas saringan dan letakkan di atas cawan petri

pastikan sumbu tersebut menyentuh bagian larutan - sumbu akan dengan segera terendam di atas kertas saringan

ulangi proses ini untuk seluruh kertas saringan

Anda dapat mengulanginya secara parallel - tergantung kepada kertas saringan yang akan terendam dalam waktu 20-30 menit



saat larutan mencapai hingga ~3cm dari pinggir kertas, pindahkan sumbu dan biarkan mengering

letakkan sumbu di atas kertas toilet atau karton dan biarkan dalam gelap

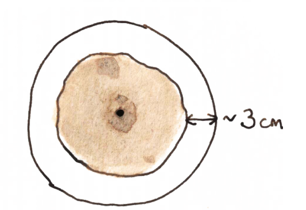
Langkah ke-4

Merendam kertas saringan dengan saripati tanah

✱ langkah ini harus dilakukan dengan sarung tangan dan dalam kegelapan yang cukup

- tandai bagian pinggir tiap-tiap kertas saringan (yang sudah terendam dengan $AgNO_3$) dengan nama sampel (contoh, urutan angka)
- bersihkan cawan petri/tutup toples dan gunakan sumbu baru
- teteskan 2 ml supernatnat (permukaan atas tanah yang tersedimentasi) tanpa mengaduk cairannya
- ulangi proses yang sama pada saat perendaman dengan $AgNO_3$
- hentikan proses kromatografi ketika larutan mencapai ~3cm dari bagian pinggir atau saat citra di kertas berhenti berubah wujud

  tergantung kepada sampel dan kertas Anda, langkah ini dapat memakan waktu 1 jam



- biarkan kroma mengering dan arahkan pada sinar matahari tidak langsung selama 2-3 jam

  untuk kondisi-kondisi yang dapat disesuaikan, Anda dapat menggunakan cahaya artifisial dalam ruang yang digelapkan

Troubleshooting

- jika larutan mengalir kurang dari ~1/2 jarak dari bagian pinggir, pertimbangkan kembali untuk menggunakan larutan yang lebih kuat pada eksperimen Anda selanjutnya dan/atau waktu yang lebih panjang dalam proses sedimentasi
- jika seluruh kroma tampak pucat dan tidak mengeluarkan pola yang jelas, coba gunakan tanah dengan jumlah kandungan tanah yang lebih besar (contoh 10g)

7

Penafsiran dan catatan

Sebuah citra bernilai lebih dari seribu kata-kata

Kroma adalah citra-citra yang unik dan indah, mengungkap beberapa kompleksitas dan keutuhan tanah dari mana mereka berasal. Kami menyukai metode ini karena ia cukup sederhana untuk dikerjakan di rumah atau pada sebuah lokakarya dan ia memungkinkan kami untuk menangkap beberapa sifat-sifat sebuah sampel tanah di atas secarik kertas yang dapat kami kagumi, bagi dan arsipkan (contoh,di dalam kulkas). Yang terpenting, citra tidak diciptakan oleh kita, namun oleh komposisi kimiawi dan fisis dari tanah dan miliaran mikroorganisme yang mendiaminya. Pola-pola dan warna-warna secara langsung muncul dari sistem hidup tanah – kami hanya dapat mengiringi dalam proses penjelmaan dan pengembangannya.

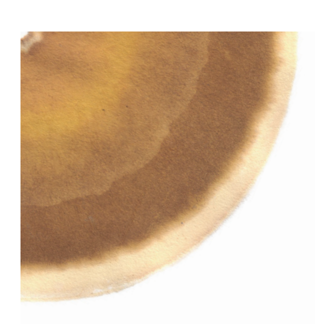
Di dalam kerangka pertanian biodinamik, kromatografi mandala tidak hanya dinilai sebagai sebuah metode yang dapat diandalkan untuk menganalisa komposisi tanah, namun kroma juga ditafsirkan dalam kaitannya dengan sifat-sifat 'aktif' tanah dan kemampuannya untuk menopang kehidupan tanaman. Pada halaman-halaman selanjutnya kami ingin berbagi pendapat atas dua eksperimen kami, tetapi kami tidak akan menggali lebih jauh ke dalam seni 'membaca' sebuah kroma tanah. Jika Anda ingin mempelajari lebih jauh mengenai bagaimana menafsirkan hasil-hasil kroma, silahkan tinjau publikasi-publikasi saintifik mengenai topik tersebut (lihat "bacaan lebih lanjut) dan/atau hubungi kelompok pertanian biodinamik di daerah sekitar Anda berada.

Orang-orang dengan pengalaman yang banyak telah membakukan penafsiran kroma dengan memisahkan kroma ke dalam 3-5 lingkar konsentrik (zona) dan fitur-fitur lainnya, seperti sudut-sudut runcing dan galur. Wujud dan warna-warna zona tersebut dan kaitannya dengan fitur radial memungkinkan pembedaan dan penentuan sifat-sifat seperti: kematangan sebuah kompos (Binton, 2010), kehadiran praktik-praktik industrial (contoh, penggunaan bahan kimia dan alat berat) dan efektivitas penggunaan kompos (Restrepo dan Pinheiro. 2011).

Nyatanya, untuk sebuah penafsiran kroma yang lebih baik, kita mesti mengawinkan sejumlah pengalaman dengan metode, sebuah pengetahuan dasar kimia dan fisika dari proses yang terkait tetapi yang terpenting, kita harus menilai kembali pengalaman dan pengetahuan kita atas sampel, bau, tekstur dan sejarah: dari mana ia berasal? Apa saja yang dulunya tumbuh di sini? Bagaimana tanah diperlakukan dari tahun ke tahun?

Beberapa contoh
Pasir vs. tanah

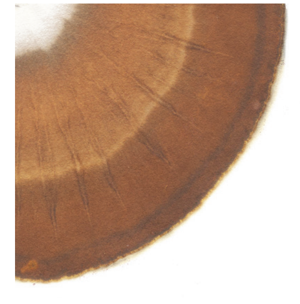
Evaluasi kualitas tanah adalah persoalan yang sangat kompleks dan kromatografi mandala dapat membantu kami untuk memahami aspek-aspek tertentu, tetapi mengingat kita bukanlah (belum) ahli atas teknik ini, kami tidak ingin mengklaim bahwa penafsiran berikut dapat dikatakan tepat. Kami secara umum merekomendasikan sebuah kombinasi beberapa metode, termasuk pendekatan visual dan haptik (contoh, seperti yang dijelaskan oleh Graham Shepherd) dan mikrobiologis (lihat juga “panduan singkat mikroskopi tanah” kami)



100% pasir



75% pasir / 25% tanah kebun



50% pasir / 50% tanah kebun

3 citra di samping ini menunjukkan bagaiman kromatografi mandala bereaksi terhadap rasio berbeda dari pasir dan tanah kebun. Pada eksperimen ini kami menggunakan pasir dari sebuah lokasi konstruksi dan tanah coklat tua yang subur dari sebuah bidang kebun bermulsa. Hasilnya sangat dapat direproduksi kembali dan konsisten terhadap pengalaman-pengalaman kami sebelumnya terkait dengan saturasi warna dan zona formasi pada tanah dengan kandungan humus berbeda.

Kromatografi mandala sangat sensitif: dengan 50% tanah kebun (2,5g di dalam 50 ml NaOH), kroma tersaturasi secara penuh. Peningkatan konsentrat lebih jauh tidak menghasilkan perubahan pada warna, zonasi atau fitur-fitur radial (gambar tidak ada). Sampel-sampel dengan pasir murni berwarna pucat, menunjukkan sebuah gradien alih-alih zonasi dan memiliki pinggiran yang tidak rata. Berdasarkan sumber pustaka yang ada, hal ini dapat disebabkan oleh rendahnya jumlah senyawa organik dan aktivitas mikrobial yang rendah. Bahkan jumlah kecil tanah kebun berujung pada sebuah pemisahan jelas batas-batas zona, sebuah pinggiran tegas tanpa sudut runcing dan fitur-fitur radial yang kuat (“galur”) yang mengisi kebanyakan zonasi. Terkecuali intensitas warna, terdapat dua perbedaan utama antara tanah kebun dalam persentase 20 dan 50 : 1) bingkai tipis kecil pada bagian luar kroma, yang hanya tampak pada konsentrat yang lebih rendah;2) jumlah, bentuk, dan ukuran galur yang lebih sedikit namun lebih lebar dan menjangkau zona titik tengah, hanya terjadi pada konsentrat yang konsetrat yang lebih tinggi.

Kesimpulan kami dari eksperimen-eksperimen ini, bahwa dilusi yang optimal untuk kromatografi harus ditentukan satu per satu pada masing-masing sampel. Jika sebaliknya, perbedaan-perbedaan penting dapat hilang karena saturasi atau efek ketergantungan konsentrat pada pembentukan pola.

Beberapa contoh tanah pertanian



Non cultivated soil
(next to grape farm)



Conventional grape farm



Regenetative grape farm
(3 years after transition)

3 citra di samping ini menunjukkan kroma sampel-sampel yang diambil dalam jarak yang dekat satu sama lain di daerah perkebunan anggur di wilayah Mendoza, Argentina. Citra pertama merepresentasikan tanah yang belum diolah; kedua sebuah kebun anggur konvensional yang juga menunjukkan sebuah separasi jelas atas zonasi, sebuah garis pinggir yang bahkan lebih kabur, tetapi dengan pewarnaan yang lebih gelap di bagian titik tengah. Kroma dari kebun anggur regenerative cukup berbeda dengan dua kebun pertama, karena ia menunjukkan batas-batas zonasi yang kabur dan sebuah pinggiran luar yang tegas dengan sebuah bingkai yang gelap. Seluruh kroma tersebut kurang memiliki fitur-fitur yang melingkar.

Perbedaan utama di antara 3 kroma tersebut adalah:
1) pewarnaan;2)separasi zona;3)pinggiran luar.
1)Warna coklat tua biasanya diasosiasikan dengan kandungan humus. Tanah dari kedua kebun anggur tersebut menunjukkan tingginya jumlah senyawa organik dibandingkan dengan tanah yang tidak diolah, namun distribusi mereka berbeda. Sampel dari kebun-kebun regeneratif terlihat kekurangan molekul-molekul organik yang cukup luas (belang kecil di zona bagian tengah) namun memiliki sejumlah molekul-molekul organik kecil yang cukup tinggi (zona bagian luar yang sangat gelap)
2) Kami tidak mendapatkan penjelasan akhir untuk batas-batas zona yang kabur pada sampel kebun regenerative. Ia dapat dispekulasikan bahwa sebuah jejaring makanan pada tanah yang kompleks menciptakan sebuah keberagaman senyawa organik dan inorganik, yang kemudian menghasilkan sebuah penampakan yang lebih menyebar pada kroma, namun kami tidak memiliki bukti untuk mendukung gagasan ini.
3) Sebuah pinggiran luar yang lebih tegas biasanya dimaknai sebagai sebuah tanda tingginya kesuburan tanah. Ia melekat dengan aktivitas microbial yang kuat dan kehadiran molekul-molekul organik kecil.

Bacaan lebih lanjut

Pfeiffer, E.E. (1960) “**Qualitative chromatographic method for the determination of biological factors**” Biodynamics 50, 2-15.

Hassild-Piezunka (2003) **Eignung des Chroma-Boden-Tests zur Bestimmung von Kompostqualität und Rottegrad**. Ph.D. Dissertation,

Carl-von-Ossietzky University Oldenburg William F Brinton “**Assessing Compost & Humus Condition by Circular Chromatography**” (2010) Journal of the woods end research Lab Vol 1:1

Restrepo Rivera, J. R; Pinheiro, S. (2011) “**Cromatografía - Imágenes de vida y destrucción del suelo**” Juquira Candiru Satyagraha

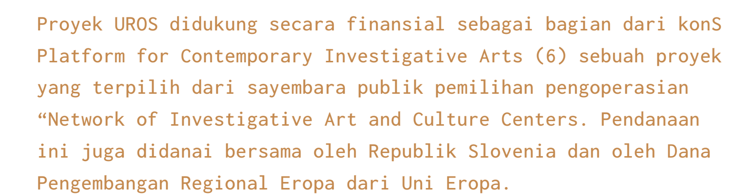
Maria Olga Kokornaczyk, Fabio Primavera, Roberto Luneia, Stephan Baumgartner & Lucietta Betti. (2016) “**Analysis of soils by means of Pfeiffer’s circular chromatography test and comparison to chemical analysis results**” Biological Agriculture & Horticulture.

Ford, B., Cook, B., Tunbridge, D., and Tilbrook, P. (2019) “**Using paper chromatography for assessing soil health in southwestern Australia**” Centre of Excellence in Natural Resource Management, University of Western Australia.

Benjamin M. Ford, Barbara A. Stewart, David J. Tunbridge, Pip Tilbrook, (2021) “**Paper chromatography: An inconsistent tool for assessing soil health**” Geoderma, Volume 383.

Ucapan terima kasih

Buklet ini diproduksi dalam kerangka rangkaian proyek "UROŠ - Ubiquitous Rural Open Science Hardware" (1), sebuah kolaborasi Jaringan Hackteria Global dan mikroBIOMIK Society (2), Humus Sapiens, Gathering for Open Science Hardware (3) and Ayllu Cooperativa (4). Zavod Rizoma (5) telah menawarkan lokasi riset selama "Pekan tanah Maribor" pada bulan Mei 2022.


Proyek UROS didukung secara finansial sebagai bagian dari konS Platform for Contemporary Investigative Arts (6) sebuah proyek yang terpilih dari sayembara publik pemilihan pengoperasian "Network of Investigative Art and Culture Centers. Pendanaan ini juga didanai bersama oleh Republik Slovenia dan oleh Dana Pengembangan Regional Eropa dari Uni Eropa.







Tautan

(1) hackteria.org/wiki/UROS
(2) mikrobiomik.org/humussapiens
(3) openhardware.science
(4) instagram.com/ayllucoope
(5) zavodrizoma.si
(6) kons-platforma.org









Teks & gambar

Julian Chollet,
Fernando "Nano" Castro

Desain & ilustrasi

Akvilė Paukštytė

Terjemahan bahasa Indonesia

Vicky Daulay

Tata letak

Nova "Nopel" Basuki



Diproduksi 12/2022

Unduh versi digital di
archive.org or mikrobiomik.org

